

بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران
۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹
The 23rd Symposium of Geological Society of Iran
10-11 November, 2020



زمین‌شناسی و کانی‌سازی کانسار فلزات پایه ماحور، شمال‌شرق بادرود

زهرا مرادیانی تیزابی، مجید قادری، حسینعلی تاج‌الدین

گروه زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

کانسار فلزات پایه ماحور در شمال‌شرق بادرود در استان اصفهان و در بخش میانی کمان ماگمایی ارومیه- دختر واقع است. واحدهای سنگی رخنمون یافته در محدوده کانسار، مجموعه سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری ائوسن با ترکیب آندزیت، بازالت آندزیتی، توف و پیروکلاستیک‌های ائوسن می‌باشند که توسط توده‌های نفوذی با ترکیب گرانودیوریت، مونزودیوریت و گرانیت قطع شده‌اند. سنگ میزبان اصلی کانه‌سازی در این کانسار گدازه آندزیتی و پیروکلاستیک است. کانی‌سازی در ارتباط با زون‌های برشی در امتداد گسل‌های با راستای غالب شمال‌شرق- جنوب‌غرب است که در داخل یک محدوده دگرسان شده (آرژیلی) با طول حدود ۵۰۰ و ضخامت از ۵ تا ۳۰ متر رخ داده است. دگرسانی‌های گرمابی در محدوده، انواع آرژیلی، سریسیتی، سیلیسی، و پروپیلیتی را شامل شده‌اند. محتوای کانی‌های اولیه در زون‌های برشی شامل گالن، اسفالریت، کالکوپریت، باریت، پیریت و مگنتیت و کانی‌های سوپرزن شامل کالکوسیت، مالاکیت، آزوریت، گوتیت و لیمونیت می‌باشند. با توجه به موقعیت زمین‌شناسی، ویژگی‌های سنگ میزبان، نوع دگرسانی‌ها، پاراژنز کانی‌شناسی و ساخت و بافت کانه‌ها، کانی‌سازی در کانسار ماحور بیشترین شباهت را با کانسارهای اپی‌ترمال نشان می‌دهد.

مقدمه

ایران در بخش میانی کمربند کوهزایی و فلزایی آلپ- هیمالیا قرار دارد و حوادث زمین‌شناسی و کانی‌سازی مختلفی را در اثر کوهزایی آلپی تحمل کرده است. براساس مدل‌های زمین‌شناسی و ژئودینامیکی، عمده ذخائر ایران در ارتباط با ماگماتیسم مرتبط با کمان‌های آتشفشانی کالک‌الکالن این کمربند تشکیل شده است [۱]. کمربندهای آتشفشانی- ماگمایی ارومیه- دختر، البرز، شرق ایران و مکران، نمونه‌هایی از این کمان‌ها هستند که میزبان بیشترین و بزرگ‌ترین ذخایر طلا و مس در ایران می‌باشند [۱]. در اثر فرایندهای مرتبط با تکامل اقیانوس نووتتیس که شامل مراحل بازشدن، فروانش و بسته شدن این اقیانوس و همچنین فرایندهای پس از برخورد است، انواع تیپ‌های مختلف کانساری در ایران تشکیل شده است. با توجه به موقعیت ژئودینامیکی، این کمربند ماگمایی یکی از مهمترین ایالت‌های فلزایی در ایران محسوب شده و میزبان انواع مهمی از کانه‌زایی‌های فلزی مانند کانسارهای مس (مولیبدن) پورفیری سرچشمه، میدوک، سونگون، کوهچن، دره‌زرشک و علی‌آباد [۲، ۳، ۴، ۵] و همچنین کانسارها و رخادهای طلای اپی‌ترمال هیزه‌جان، مسجددافی، زایلیک و صفی‌خانلو [۶، ۷]. جواهرزد [۹]، [۱۰]، [۱۱]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۴]، [۱۵]، لاطلا [۱۶] و طلای برمان [۱۷] است. کانسار فلزات پایه ماحور، به مختصات جغرافیایی ۳۴°۲۴′۵۲″ تا ۵۲°۲۴′۳۴″ طول شرقی و ۳۳°۵۴′۳۸″ تا ۳۳°۵۶′۵۵″ عرض شمالی، در ۴۰ کیلومتری شمال‌شرق بادرود، از توابع شهرستان نطنز، در استان اصفهان و در بخش میانی کمان ماگمایی ارومیه- دختر واقع است. این کانسار دارای پتانسیل قابل توجهی از سرب، روی، مس و طلا می‌باشد، بنابراین با توجه به اینکه کانسار ماحور اخیراً اکتشاف گردیده و در ارتباط با کنترل‌کننده‌های کانه‌زایی و نیز ماهیت و منشاء سیالات کانه‌ساز آن مطالعات کاملی صورت نگرفته است، بدیهی است مطالعه ویژگی‌های زمین‌شناسی و کانه‌زایی کانسار مزبور می‌تواند برای اکتشاف این نوع کانسارهای حاوی فلزات پایه در بخش‌های میانی کمربند ارومیه- دختر که شرایط زمین‌شناسی مشابهی دارند، مورد استفاده قرار گیرد. در پژوهش حاضر، ویژگی‌های زمین‌شناسی و کانی‌سازی این کانسار مورد بررسی قرار گرفته است.

بحث

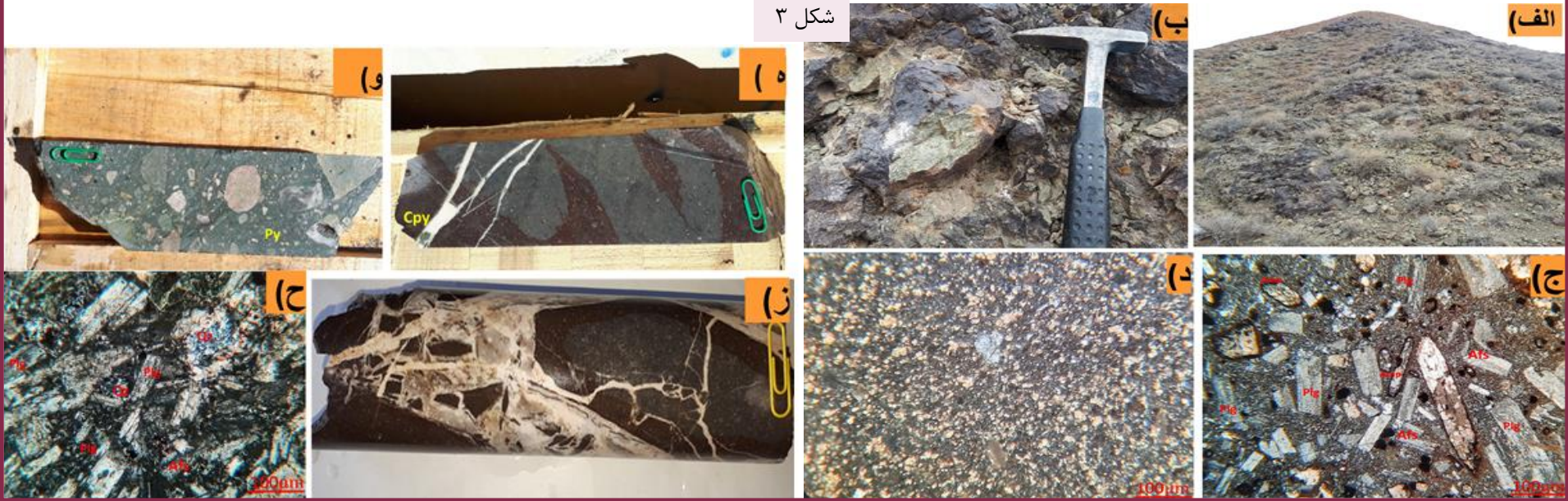
۱- زمین‌شناسی

از لحاظ زمین‌شناسی، این منطقه شامل سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری با ترکیب بازیک- حدواسط، سنگ‌های آذرآواری و آتشفشانی با ترکیب اسیدی، توده‌های نیمه‌عمیق با ترکیب داسیت پورفیری، کوارتزدیوریت و کوارتزمونزدیوریت پورفیری و دایک‌های با ترکیب اسیدی (داسیت) و حدواسط مرتبط با توده‌های نیمه‌عمیق است. سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری این محدوده شامل آندزیت، آندزی بازالت- لاتیت بازالت، آندزیت آمفیبول‌دار تا لاتیت آندزیت آمفیبول‌دار، لاتیت آندزیت‌های قرمز و بنفش و واحدهای آذرآواری نیز شامل توف‌های رپولیتی ارغوانی- صورتی و توف ماسه‌ای و ماسه‌سنگ است. منطقه ماحور در میان دو زون گسلی مهم در شمال و جنوب محدوده قرار گرفته است (شکل ۱). در یک دید کلی، بارزترین شکستگی‌های ساختاری مشهود در محدوده، گسل‌های با روند شرقی- جنوب‌شرقی می‌باشند که براساس مطالعات صحرایی مشخص شد این دسته گسل‌ها دارای هر دو مؤلفه با لغزش معکوس و چپگرد هستند. واحد اصلی رخنمون یافته در این محدوده واحد آذر آواری می‌باشد که با رنگ رخنمون خاکستری تا سبز سنگ میزبان کانه‌زایی کانسار ماحور است (شکل ۲). سنگ‌شناسی این واحد از آندزیت، بازالت آندزیتی، توف، توف برشی و آگلومرا تشکیل شده است.



شکل ۱: دو گسل مؤثر که سبب پلااندگی منطقه مورد بررسی است. جهت موقعیت محدوده مطالعاتی با علامت ستاره بر روی شکل نمایش داده شده است (گسل‌ها با خطوط قرمز رسم شده‌اند).
 شکل ۲: تصویری دورنما از گسترش واحد آذرآواری که میزبان اصلی کانسار بوده و در بخش‌هایی با دگرسانی (آرژلیک همراه است. موقعیت محدوده مطالعاتی با علامت ستاره بر روی شکل نمایش داده شده است (دیت به سمت شمال).

واحد آندزیت- آندزیت بازالت حجم اصلی سنگ‌های آتشفشانی در محدوده ماحور را تشکیل می‌دهد. این واحد به‌صورت تپه‌ماهورهای کم‌ارتفاع متشکل از گدازه و گنبد‌های آتشفشانی به رنگ خاکستری تیره برونزد دارد (شکل ۳ الف، ب). گدازه‌های این واحد، واجد بافت پورفیری بوده و از درشت‌بلورهای پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار و آمفیبول تشکیل یافته است. درشت‌بلورهای خودشکل تا نیمه‌شکل‌دار پلاژیوکلاز حدود ۵۰ درصد از حجم سنگ را تشکیل می‌دهند و کم و بیش به کلریت و کانی‌های رسی تبدیل شده‌اند (شکل ۳ج). بلورهای شکل‌دار تا نیمه‌شکل‌دار آمفیبول نیز حدود ۲ تا ۱۰ درصد حجمی سنگ را تشکیل داده‌اند. واحد توف همراه با گدازه آندزیتی با رنگ خاکستری متمایل به ارغوانی، و با ساخت لایه‌ای نازک تا متوسط برونزد دارد. واحد یاد شده حاوی میان‌لایه‌هایی از گدازه آندزیتی خاکستری است. واحد توفی ارغوانی رنگ قطعات سنگی ریزنده‌ای دارد و در زمینه‌ای از ذرات در حد سیلت قرار دارند (شکل ۳ د). واحد پیروکلاستیک به رنگ قهوه‌ای تا خاکستری روشن و شامل انواع برش آتشفشان جوش‌خورده، آگلومرا، توف برشی و گاهی لیتیک توف است. قطعات تشکیل‌دهنده برش آتشفشانی از آندزیت، آندزیت بازالت و توف با اندازه‌های متفاوت تشکیل شده‌اند (شکل ۳ ه، و، ز). توده دیوریتی با بافت پورفیری با اندازه دانه‌های متوسط که در درجات مختلفی متحمل دگرسانی‌های کرنبات و سریسیت شده‌اند و بیشتر شامل پلاژیوکلاز و کوارتز به‌همراه میزان کمی هوربلند، بیوتیت و آلکالی فلدسپار هستند (شکل ۳ح).



شکل ۳: نمای نور از واحد آندزیت- تراکی آندزیت که به‌صورت تپه‌ماهوری است. (ب) نمای نزدیک از واحد آندزیتی- تراکی آندزیتی که دچار دگرسانی شده است. (ج) تصویر میکروسکوپی از واحد آندزیتی، دارای درشت‌بلورهای پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار و آمفیبول درون زمینه‌ای ریزپلور. (د) نمای میکروسکوپی از توف‌های ارغوانی دارای قطعات سنگی ریزنده در زمینه‌ای از ذرات در حد سیلت. (ه) نمونه مغزه حفاری از واحد توف ریزپلور که توسط رگه‌های کوارتز کانه‌دار قطع شده است. (و) نمونه‌ای از وجود آگلومرا در مغزه‌های حفاری که پیریت به‌صورت دانه‌پراکنده در زمینه آن دیده می‌شود. (ز) نمونه‌ای از توف برشی در مغزه حفاری. (ح) تصویری میکروسکوپی از توفی‌های دیوریت منطفه دارای پلاژیوکلاز با اندازه متوسط. کوارتز و مقدار کمی آلکالی فلدسپار که دگرسان شده‌اند. (A): آلکالی فلدسپار، Amp: آمفیبول، Cpy: کالکوپریت، Pl: پلاژیوکلاز، Py: پیریت، Qtz: کوارتز.

۲- دگرسانی:

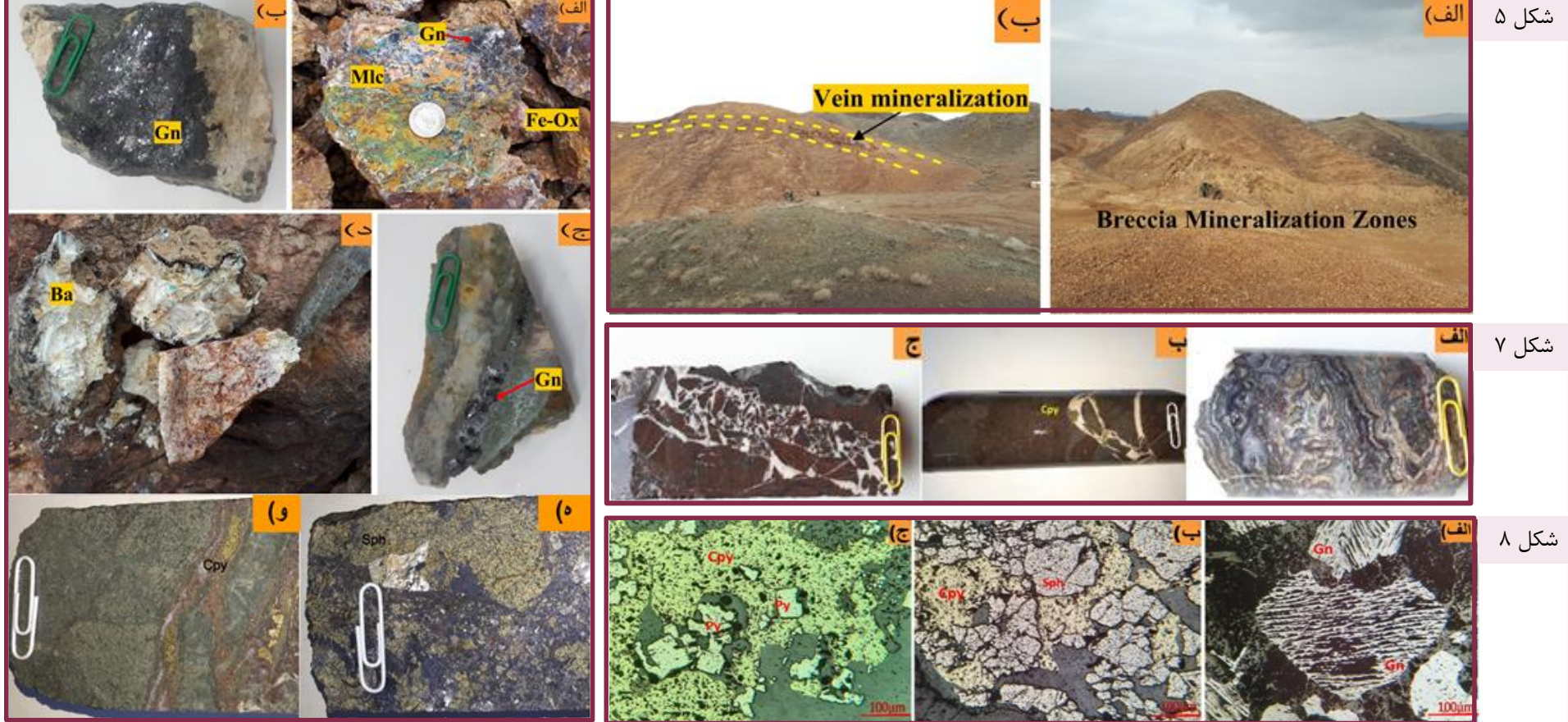
عوامل مختلفی در رخداد دگرسانی در محدوده مطالعاتی مؤثر بوده‌اند که با توجه به ارتباط فضایی دگرسانی‌ها با موقعیت توده‌های نیمه‌عمیق، جایگیری توده‌های نیمه‌عمیق در سنگ‌های آتشفشانی میزبان کانی‌سازی، یکی از عوامل کنترل‌کننده دگرسانی در محدوده کانسار بوده است. دو رخداد جایگزینی توده‌های نیمه‌عمیق طی دوره‌های مختلف در محدوده رخ داده که شامل توده داسیت پورفیری مربوط به ائوسن پسین است که در وهله بعد این توده خود نیز تحت تأثیر توده نیمه‌عمیق با ترکیب حدواسط (کوارزدیوریت- کوارتزمونزدیوریت) قرار گرفته و این فاز تأثیر مهمتری در کانه‌زایی و دگرسانی در محدوده مطالعاتی داشته است. عامل مهم دیگر مؤثر در رخداد دگرسانی در محدوده مطالعاتی، نحوه کنترل و جایگزینی توده‌های نیمه‌عمیق در آن و به‌تبع آن دگرسانی مرتبط با توده‌ها است. این توده‌ها با روند شمال‌غرب- جنوب‌شرق در منطقه مستقر شده‌اند، هرچند بخش‌هایی از این توده‌ها در خارج از این روند واقع شده‌اند. عوامل مهم نامبرده موجب رخداد و همچنین کنترل روند دگرسانی در محدوده مطالعاتی شده‌اند. محدوده اکتشافی از لحاظ فلزایی بخشی از محور مس- طلادار کاشان- کوه دم است که طی عملکرد فعالیت‌های ماگمایی ائوسن به‌صورت ولکانیکی، ساب‌ولکانیکی و نفوذی منجر به دگرسانی و کانه‌زایی مس و طلا و سرب و روی در آن شده است. دگرسانی گرمابی در کانسار ماحور گسترده بوده که برپایه بررسی دگرسانی‌ها در رخنمون سطحی و مغزه‌های حفاری همراه با سنگ‌شناسی ۴ نوع دگرسانی اصلی در کانسار ماحور قابل شناسایی است. آرژیلی، سیلیسی، سریسیتی و پروپیلیتی که از این میان، دگرسانی‌های آرژیلیک و پروپیلیتیک در محدوده مطالعاتی بیشترین رخنمون را دارند (شکل ۴). دگرسانی آرژیلیک به‌صورت بخش‌های کوچک، در قسمت‌هایی از محدوده و در واحدهای آندزیت مشاهده می‌شود. این دگرسانی به رنگ خاکستری روشن در سطوح تازه و قهوه‌ای تیره رنگ در سطح هوازده مشخص است. رخداد این دگرسانی با تجزیه کانی‌های سیلیکاته اولیه و تشکیل کانی‌های رسی و کائولینیت مشخص می‌باشد. دگرسانی سریسیتی به‌صورت لک‌ای، تنها در جنوب محدوده و در واحدهای آندزیتی ایجاد شده است. دگرسانی پروپیلیتیک در شمال محدوده مورد مطالعه و در واحدهای آندزیتی بازالتی رخ داده است. رخداد این دگرسانی از شدت کم تا متوسط متغیر است که در محدوده با ظهور کانی‌های کلریت، اپیدوت و سریسیت مشخص است.



شکل ۴: تصاویری از دگرسانی‌های گرمابی در محدوده مورد مطالعه (الف) تصویر دورنما از دگرسانی (آرژلی) در بخش کانی‌سازی به‌صورت رگه‌ای. (ب) رخنمونی از دگرسانی (آرژلی) در بخش کانسار به‌صورت برشی. (ج) نمای نزدیک‌تر از دگرسانی (آرژلی). (د) نمای از دگرسانی پروپیلیتی در واحدهای آذرآواری.

۳- کانی‌سازی:

کانسار ماحور شامل کانی‌سازی چندفلزی Pb-Zn-Cu-Au-Ag در واحد آتشفشانی گدازه آندزیتی و پیروکلاستیک است. کانی‌سازی داخل یک محدوده دگرسان شده (آرژیلی) با طول حدود ۵۰۰ و ضخامت از ۵ تا ۳۰ متر متغیر است (شکل ۵ الف، ب) که محتوای کانی‌های اولیه شامل گالن، اسفالریت، کالکوپریت، باریت، پیریت و مگنتیت و کانی‌های سوپرزن شامل مالاکیت، آزوریت، ژاروسیت، گوتیت و لیمونیت است (شکل ۶). کانه‌زایی فلزات پایه به‌صورت برشی، رگه- رگه‌ای، دانه‌پراکنده و گاه کلوفرمی است (شکل ۷ الف). در برخی دیگر از بخش‌ها نیز آثار برش گرمابی و برش گسلی مشهود است. کانه‌زایی در رگه‌های با پاراژنز کانی‌شناسی اسفالریت، گالن، کالکوپریت، پیریت و باریت به‌صورت پرکننده فضای خالی بافت چیره در کانه‌زایی منطقه بوده و در مقیاس میکروسکوپی و ماکروسکوپی قابل توصیف است (شکل ۸). رگه کانسار ماحور از کوارتز دانه‌ریز تا دانه‌درشت تشکیل شده که در بخش‌هایی از آن بافت‌های شاخص کانسارهای اپی‌ترمال مانند کلوفرمی، شانه‌ای و برشی دیده می‌شود [۱۹] و [۲۰]. در بخش‌های سطحی و ژرفای کم، کانی‌های سولفیدی اولیه در اثر فرایندهای سوپرزن به کانی‌های ثانویه تبدیل شده‌اند. برای مثال می‌توان به تشکیل کالکوسیت در حاشیه کالکوپریت اشاره نمود.



شکل ۵: تصاویری از بخش کانه‌دار محدوده مورد مطالعه (الف) نمای از زون اصلی کانی‌سازی به‌صورت برشی. (ب) رخنمونی از کانی‌سازی به‌صورت رگه‌ای در همراهی با زین دگرسانی. (ج) نمای نزدیک‌تر از کانه‌سازهای معدنی در محدوده مورد مطالعه (الف) نمونه دستی از کانه‌سازهای حاوی گالن، مالاکیت و اسیدآهن. (ب) کانسنگ غنی از گالن. (ج) رگه سیلیسی همراه با گالن. (د) باریت در همراهی با مالاکیت و اسیدهای آهن. (ه) نمونه مغزه حفاری حاوی اسفالریت و نمونه حفاری حاوی کالکوپریت رگه‌ای. Ba: باریت، Gn: گالن، Cpy: کالکوپریت، Py: پیریت، Pl: مالاکیت، Fe-ox: هیدروکسیدهای آهن، Sph: اسفالریت [۱۹]

شکل ۷: نمونه مغزه حفاری حاوی بافت کلوفرمی. (ب) تصویری از مغزه حفاری که دچار برش گرمایی شده و کانه‌دار می‌باشد. (ج) نمونه‌ای از مغزه حفاری حاوی برش گسلی که لافد کانه‌زایی است. Cpy: کالکوپریت.

شکل ۸: تصاویر میکروسکوپی از پاراژنز کانی‌شناسی رگه‌های سیلیسی سولفیددار (الف) گالن. (ب) اسفالریت و کالکوپریت. (ج) پیریت و کالکوپریت. (د) گالن. Cn: کالکوپریت، Cpy: کالکوپریت، Py: پیریت، Sph: اسفالریت.



نتیجه‌گیری

محدوده اکتشافی ماحور از لحاظ فلزایی بخشی از محور مس- طلادار کاشان- کوه دم است که عملکرد فعالیت‌های ماگمایی ائوسن به‌صورت ولکانیکی، ساب‌ولکانیکی و نفوذی، منجر به دگرسانی و کانه‌زایی مس، طلا و سرب و روی در آن شده است. روند ماگماتیسم و دگرسانی در این محدوده به‌صورت شمالی- جنوبی است که به علت وجود زمین‌ساخت کتشی در منطقه و تداخل گسل‌های راست‌لغز، فضای مناسب برای نفوذ ماگما و متعاقباً سیالات دگرسان‌کننده به‌وجود آمده است. سنگ میزبان اصلی کانه‌سازی در این کانسار، گدازه آندزیتی و پیروکلاستیک است. دگرسانی‌های گرمابی در محدوده انواع آرژیلی، سریسیتی، سیلیسی، و پروپیلیتی را شامل می‌گردد. پاراژنز کانی‌شناسی نیز شامل اسفالریت، گالن، کالکوپریت و پیریت بوده و ساخت و بافت کانه‌ها به‌صورت برشی، رگه- رگه‌ای و دانه‌پراکنده می‌باشد. بنابراین، بر پایه محیط زمین‌شناسی، ویژگی‌های سنگ میزبان، نوع دگرسانی‌ها، پاراژنز کانی‌شناسی و ساخت و بافت کانه‌ها [۱۹]، [۲۰]، [۲۱]، [۲۲] و [۲۳]، کانی‌سازی در کانسار ماحور، بیشترین شباهت را با کانسارهای اپی‌ترمال نشان می‌دهد.

منابع

- Richards, J.P., Sholeh, A., 2016. The Tethyan tectonic history and Cu-Au metallogeny of Iran. Society of Economic Geologists, Special Publication, 19, 193-212
- Hezarkhani, A., Williams-Jones, A.E., 1998. Controls of alteration and mineralization in the Sungun porphyry copper deposit Iran: Evidence from fluid inclusions and stable isotopes. Economic Geology 93, 651-670.
- Zarasvandi, A., Liaghat, S., Zentilli, K., 2005a. Porphyry copper deposits of the Urumieh-Dokhtar magmatic arc Iran. In: Porter, T.M., (ed.), Super porphyry copper and gold deposits: A global perspective. Linden Park South Australia PGC Publishing, 441-452
- Zarasvandi, A., Liaghat, S., Zentilli, K., 2005b. Geology of the Darreh-Zerreshk and Ali-Abad porphyry copper deposits, Central Iran. International Geology Review 47, 620- 646.
- Shafiei, B., Haschke, M., Shahabpour, J., 2009. Recycling of orogenic arc crust triggers porphyry Cu mineralization in Kerman Cenozoic arc rocks southeastern Iran. Mineralium Deposita 44, 265-283.
- Ebrahimi, S., Alirezaei, S., Yuanming, P., 2009. Various epithermal precious metal systems in the Urumieh-Dokhtar magmatic assemblage, Iran. Goldschmidt Conference, Abstracts.
- Ebrahimi, S., Alirezaei, S., Yuanming, P., 2011. Geological setting, alteration, and fluid inclusion characteristics of Zaglic and Safikhaneloo epithermal gold prospects, NW Iran. In: Sial, A.N., Bettencourt, J.S., epithermal precious-metal deposits. In: Simmons, S.F., Graham, I., (eds.) Volcanic, geothermal, and ore- 284 forming fluids: rulers and witnesses of processes within the earth. Society of Economic Geologists, Special
- Jamali, H., Yildirim, D., Daliran, F., Yaghubpur, A., Mehrabi, B., 2009. Metallogeny and tectonic evolution of the Cenozoic Ahar–Arasbaran volcanic belt, northern Iran. International Geology Review 1–23.
- Ghaderi, M., Kouhestani, H., 2010. Chah Zard deposit: the first report of Ag-Au epithermal mineralization with brecciated host in Iran. 7th Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), Hyderabad, India, Abstract.
- Kouhestani, H., Ghaderi, M., Zaw, K., 2010. Chah Zard, a breccia-hosted epithermal silver-gold deposit in the Tethyan belt of Iran. 24th Victorian Universities Earth & Environmental Sciences Conference (VUEES), Melbourne, Australia, Abstract.
- Kouhestani, H., Ghaderi, M., Zaw, K., Mefire, S., Emami, M.H., 2011. Geological setting and timing of the Chah Zard breccia-hosted epithermal gold-silver deposit in the Tethyan belt of Iran. Mineralium Deposita Publication, 10, 315–343.
- Ghaderi, M., Kouhestani, H., Zaw, K., Mefire, S., 2011a. U–Pb geochronology and Pb isotope characteristics of Chah Zard Ag–Au epithermal deposit, west-central Iran. 11th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference and EXPO (SGEM). Albena, Bulgaria, p. 1039-1046.
- Ghaderi, M., Kouhestani, H., Zaw, K., Mefire, S., 2011b. Geochemistry and geochronology study on Chah Zard deposit: A breccia-hosted Ag-Au epithermal mineralization in Iran. 8th Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), Taipei, Taiwan, Abstract
- کوهستانی، ح.، قادری، م.، امامی، م.م.، ۱۳۸۸. ویژگی‌های زمین‌شناسی، دگرسانی و کانه‌زایی کانسار چاه‌زرد، جنوب‌باختری برده کانی‌سازی نقره- طلای اپی‌ترمال با میزبان برشی. بیست و هفتمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- کوهستانی، ح.، قادری، م.، امامی، م.م.، راو، ح.، ۱۳۹۰. کانسار چاه‌زرد: کانه‌زایی نقره- طلای اپی‌ترمال با میزبان برشی در کمربند ارومیه- دختر. فصلنامه علوم زمین، ش. ۸۷، ص. ۹ تا ۲۴.
- فتحی‌خو، د.، ۱۳۸۸. زمین‌شناسی و کانه‌زایی طلا و عناصر همراه در محدوده اکتشافی لاطلا (استان کرمان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- مهرابی، ب.، هوشمندزاده، ع.، کریمی، ز.، رشیدی، ب.، ۱۳۸۳. کانی‌سازی اپی‌ترمال طلا در برمان (بلوچستان). بیست و سومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- Whitney, D.L., Evans, B.W., 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals, American Mineralogist, Volume 95, pages 185–187, 2010
- Hedenquist, J.W., 2000. Exploration for epithermal gold deposits. SEG; Rmiezos, v. 13, p. 245–277.
- Sillitoe, R.H., Hedenquist, J.W., 2003. Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and Smith, Q.E., 2009. Volcanic stratigraphy, alteration zoning and vein paragenesis of the SaschaPelligrini low sulphidation epithermal system, Santa Cruz, Argentina, MSc thesis, University of Queensland.
- Corbett, G.J., 2002. Epithermal gold for explorationists, Australian Institute of Geoscientists presidents lecture, AIG News, No. 67, 8 p.
- Corbett, G.J., 2004. Epithermal and porphyry gold, Geological models in Pacrim Congress 2004, Adelaide, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, p. 15–23.
- Corbett, G.J., 2005. Epithermal Au-Ag deposit types – implications for exploration: Proexplo Conference Peru May 2005, published on CD